



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 265 029 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(51) Int Cl.7: F23R 3/28, F23R 3/12

(21) Anmeldenummer: 02405361.3

(22) Anmeldetag: 03.05.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:

- Eroglu, Adnan, Dr.  
5417 Untersiggenthal (CH)
- Knapp, Klaus, Dr.  
5412 Gebenstorf (CH)
- Paikert, Bettina, Dr.  
5452 Oberrohrdorf (CH)

(30) Priorität: 09.06.2001 DE 10128063

(71) Anmelder: ALSTOM (Switzerland) Ltd  
5401 Baden (CH)

(54) Brennersystem

(57) Beschrieben wird ein Brennersystem mit einem Vormischbrenner (1), in dem wenigstens ein Wirbel-Generator (2) vorgesehen ist, der von einer den Vormischbrenner (1) axial durchströmenden, Luft enthaltenen, gasförmigen Hauptströmung (ZL) durchsetzt wird, in die stromab des Wirbel-Generators (2) gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung zur Erzeugung eines Brennstoff-/Luft-Gemisches cingedüst wird, sowie mit einer Brennkammer (5), die sich stromab des Vormischbrenners (1) an diesen anschließt und einen Brennkammerquerschnitt (C2) aufweist, der größer ist als der, durch den Vormischbrenner (1) begrenzte Strömungsquerschnitt (C1) unmittelbar stromauf zur

Brennkammer (5).

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen dem Vormischbrenner (1) und der Brennkammer (5) ein Strömungskanal (10) vorgesehen ist, der von Seitenwänden begrenzt ist, die einen graduellen Übergang zwischen dem Strömungsquerschnitt (C1) und dem Brennkammerquerschnitt (C2) schaffen, und dass wenigstens eine Strömungsabrissstruktur (11) stromauf, innerhalb und/oder stromab des Strömungskanals (10) vorgesehen ist, durch die das durch den Strömungskanal (10) hindurchtretende Brennstoff-/Luft-Gemisch lokal von der Seitenwand des Strömungskanals (10) abgelöst wird.

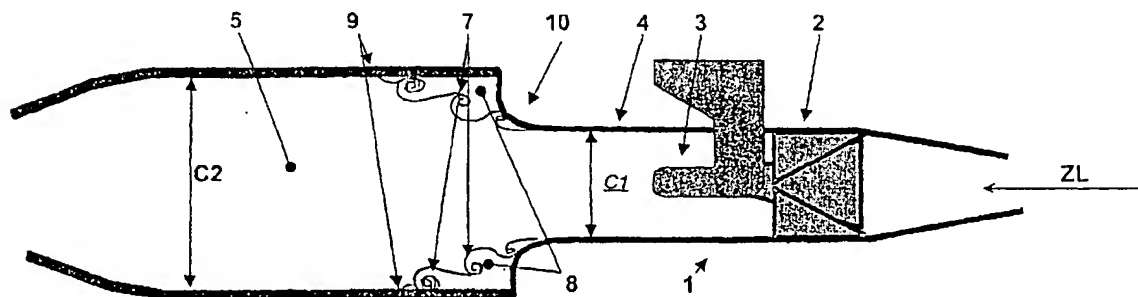


Fig. 1

EP 1 265 029 A2

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Brennersystem mit einem Vormischbrenner, in dem wenigstens ein Wirbel-Generator vorgesehen ist, der von einer den Vormischbrenner axial durchströmenden, Luft enthaltenden, gasförmigen Hauptströmung durchsetzt wird, in die stromab des Wirbel-Generators gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung zur Erzeugung eines Brennstoff/Luft-Gemisches eingedüst wird, sowie mit einer Brennkammer, die sich stromab des Vormischbrenners an diesen anschließt und einen Brennkammerquerschnitt aufweist, der größer ist als der durch den Vormischbrenner begrenzte Strömungsquerschnitt unmittelbar stromauf zur Brennkammer.

### Stand der Technik

[0002] Ein vorstehend genanntes, gattungsgemäßes Brennersystem geht beispielsweise aus der EP 0 623 786 B1 hervor und ist zu Zwecken einer optimierten Durchmischung zwischen einer Brennstoffmassenströmung und einer Zuluftströmung ausgebildet. Ein diesbezügliches, gattungsgemäßes Brennersystem ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Das bekannte Brennersystem weist einen Vormischbrenner 1 auf, der axialwärts von einem Zuluftstrom ZL durchströmt wird. Die in der Regel von einer Verdichterstufe komprimierte Zuluft ZL durchströmt zunächst einen Wirbelgenerator 2, beispielsweise nach Art des in der EP 0 619 133 B1 beschriebenen Wirbelgenerators. Typischerweise besteht der Wirbelgenerator 2 aus vier tetraederförmig ausgebildeten Wirbelkörpern, die gleich verteilt in Umfangsrichtung innerhalb des Strömungskanals angeordnet sind. Ein derartig aufgebauter Wirbelgenerator 2 vermag jeweils vier Wirbelströmungspaare zu erzeugen, die sich stromab innerhalb des sich anschließenden Vormischbrenners 1 ausbreiten. Vorzugsweise über eine axial angebrachte Brennstofflanze 3, die stromab des Wirbelgenerators 2 innerhalb des Vormischbrenners 1 angeordnet ist, wird gasförmiger oder flüssiger Brennstoff in die verwirbelte Zuluft ZL zentral eingedüst. Der Brennstoff vermengt sich längs der sich stromab erstreckenden Mischstrecke 4 weitgehend gleichmäßig mit der durchwirbelten Zuluft ZL zu einem Brennstoff-/Luft-Gemisch, das schließlich in Strömungsrichtung in eine sich an den Vormischbrenner 1 anschließende Brennkammer 5 eintritt und gezündet wird.

[0003] Der Strömungsübergang innerhalb des in Fig. 3 dargestellten Brennersystems ist in an sich bekannter Weise stufenförmig ausgebildet, d.h. der durch den Vormischbrenner 1 im Mischbereich 4 befindliche Strömungsquerschnitt C1 grenzt unmittelbar über eine scharfkantige Stufe 6 an den aufgeweiteten Brennkammerquerschnitt C2 an. Dieser sprunghafte Übergang

zwischen Vormischbrenner 1 und Brennkammer 5 führt strömungstechnisch innerhalb des sich axialwärts ausbreitenden Brennstoff-/Luft-Gemisches zu sogenannten, sich stromab zur scharfkantigen Stufe 6 ausbreitenden Separationswirbel 7, die eine beachtliche quer zur Ausbreitungsrichtung orientierte Wirbelstärke aufweisen und sich in periodischer Abfolge bilden. Eben jene Separationswirbel 7 führen unter bestimmten Betriebsbedingungen zu Verbrennungsinstabilitäten, die zu einer pulsierenden Wärmefreisetzung führen, vornehmlich innerhalb der sich längs der Scherschicht ausbildenden Querswirbel. Derartige pulsierende Wärmefreisetzungen sind überdies Ursache für die Ausbildung thermoakustischer Schwingungen innerhalb der Brennkammer, die sich nicht nur äußerst nachteilhaft auf die Verbrennung, sondern überdies in mechanisch stark belastender Weise auf alle Gehäusekomponenten des Brennersystems auswirken. Thermoakustische Schwingungen sind grundsätzlich resonante Erscheinungen, die sich in bestimmten Betriebszuständen des Brennersystems mehr oder weniger ausbilden, aber insbesondere bei geringeren Eingangs- oder Flammentemperaturen intensiv in Erscheinung treten.

[0004] Ein weiterer Nachteil des scharfkantigen Überganges zwischen dem Vormischbrenner 1 und der Brennkammer 5 ist die nur ungenügende Ausnutzung des gesamten Brennkammervolumens, zumal große Volumenteile 8 innerhalb der Brennkammer 5 regelrecht abgeschattet sind und somit dem Verbrennungsvorgang nicht zur Verfügung stehen. Untersuchungen an an sich bekannten Brennersystemen haben gezeigt, dass der sogenannte Wiederanlegepunkt 9, an dem sich die verwirbelte Scherschicht stromab der scharfkantigen Stufe 6 an die Innenwand der Brennkammer 5 anlegt, in einem Abstand zur Stufe 6 liegt, der dem bis zu siebenfachen des Brennkammerdurchmessers entspricht. Zudem ist zu beobachten, dass sich der Wiederanlegepunkt 9 in Umfangsrichtung zur Brennkammer 5 asymmetrisch verhält.

### Darstellung der Erfindung

[0005] Es besteht daher die Aufgabe, ein vorstehend beschriebenes, gattungsgemäßes Brennersystem dahingehend zu verbessern, dass der Verbrennungsprozess innerhalb der Brennkammer optimiert wird. Insbesondere gilt es, das Brennkammervolumen nahezu vollständig zur Verbrennung des in die Brennkammer eintretenden Brennstoff-/Luft-Gemisches zu nutzen. Darüber hinaus gilt es, Maßnahmen zu treffen, die zur Vermeidung der sich innerhalb der Brennkammer auftretenden thermoakustischen Schwingungen dienen. Die zu treffenden Vorkehrungen sollen einerseits mit möglichst einfachen Mitteln realisierbar sein und nur geringe Kosten aufwerfen. Auch gilt es, die Vorkehrungen in bereits bestehende in Betrieb befindliche Brennersysteme zu integrieren.

[0006] Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegen-

den Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche und der nachstehenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren zu entnehmen.

[0007] Erfindungsgemäß ist ein Brennersystem gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 derart ausgebildet, dass zwischen dem Vormischbrenner und der Brennkammer ein Strömungskanal vorgesehen ist, der von Seitenwänden begrenzt ist, die einen graduellen Übergang zwischen dem Strömungsquerschnitt (C1) und dem Brennkammerquerschnitt (C2) schaffen, und dass wenigstens eine Strömungsabrissstruktur stromauf, innerhalb und/oder stromab des Strömungskanals vorgesehen ist, durch die das durch den Strömungskanal hindurchtretende Brennstoff-/Luft-Gemisch lokal von der Seitenwand des Strömungskanals abgelöst wird.

[0008] Im Unterschied zum scharfkantigen Übergang zwischen dem Vormischbrenner und der Brennkammer, wie es in Fig. 3 dargestellt ist, weist das erfindungsgemäß ausgebildete Brennersystem einen graduellen Übergang zwischen dem Vormischbrenner und der Brennkammer auf, der vorzugsweise abgerundet ausgebildet ist. Unter dem Begriff gradueller Übergang ist grundsätzlich jede Übergangsgeometrie zu verstehen, die den Strömungsquerschnitt innerhalb des Vormischbrenners, der kleiner bemessen ist als jener innerhalb der Brennkammer, sukzessive auf den Brennkammerquerschnitt aufweitet. Im Idealfall weist der Übergang eine trichterförmige Kontur auf, mit der der Strömungsquerschnitt innerhalb des Vormischbrenners auf den Brennkammerquerschnitt gleichmäßig aufgeweitet wird. Ebenso ist es auch möglich, den Übergangsbereich konisch, d.h. mit geradlinig, schräg zur Strömungsrichtung geneigten Seitenwänden, auszubilden. Auch eine segmentierte Aneinanderreihung geradlinig ausgebildeter Seitenwandabschnitte oder mehrfach gestufte Übergangsstrukturen sind grundsätzlich denkbar.

[0009] Durch die Schaffung eines graduellen Überganges zwischen dem Vormischbrenner und der Brennkammer wird die Aufweitung des in die Brennkammer eintretenden Brennstoff-/Luft-Gemisches erheblich vergrößert, wodurch sich auch im Falle eines graduellen Überganges eine Querswirbel aufweisende Randströmung ausbildet, die jedoch an einem Wiederanlegpunkt auf die Brennkammerwand auftrifft, der sehr viel näher in Richtung des Vormischbrenners liegt, als im Falle eines scharfgestuften Überganges gemäß des in Fig. 3 dargestellten bekannten Brennersystems. Dies wirkt sich in zweierlei Hinsicht vorteilhaft auf den Verbrennungsprozess aus. So verkürzt sich einerseits die Querswirbel aufweisende Randströmung und somit auch die Intensität und Anzahl der sich ausbildenden Querswirbel, wodurch das durch thermoakustische Schwingungen erzeugte Brennkammerpulsieren entscheidend eingedämmt werden kann. Andererseits wird durch die deutlich stärkere Aufweitung des sich innerhalb der Brennkammer ausbreitenden Brennstoff-/Luft-

Gemisches der durch Abschattungseffekte bedingte Totraum auf ein Minimum reduziert, wodurch nahezu das gesamte Brennkammervolumen für die Verbrennung des Brennstoff-/Luft-Gemisches zur Verfügung steht und eine vollständige Verbrennung des Brennstoffes gewährleistet.

[0010] Untersuchungen an Strömungskanälen mit graduelltem Übergang zwischen einem Vormischbrenner und einer sich stromab anschließenden Brennkammer haben jedoch ergeben, dass sich in Abhängigkeit der Strömungsbedingungen in Umfangsrichtung zum Strömungskanal im Bereich des graduellen Überganges periodisch auftretende Strömungsablösungen ergeben, die sich wiederum als resonante Erscheinungen störend im Hinblick auf die Ausbildung thermoakustischer Instabilitäten auswirken. Um dies zu verhindern, ist wenigstens eine Strömungsabrissstruktur im Bereich des Strömungskanals vorgesehen, durch die die Umfangskohärenz innerhalb des graduellen Überganges gestört werden soll. Durch diese Strömungsabrissstruktur, die einzeln oder in einer Anzahl, vorzugsweise gleichmäßig in Umfangsrichtung zum Strömungskanal angeordnet ist, ist ein definierter Ablösepunkt bzw. Strömungsabriss des durch den Strömungskanal hindurchtretenden Brennstoff-/Luft-Gemisches definiert, durch den die Umfangskohärenz gestört wird.

[0011] Die Strömungsabrissstruktur ist an der Seitenwand des Strömungskanals angebracht und weist eine Abrisskante auf, die vorzugsweise am Strömungsaustritt des Strömungskanals angeordnet ist. Stromauf zur Abrisskante weist die Strömungsabrissstruktur strömungsgünstige Flächenteile auf, die sich stromauf an die Seitenwand des Strömungskanals anschmiegen.

[0012] Durch das Vorsehen derartiger Strömungsabrissstrukturen innerhalb des Strömungskanals kann dem Auftreten kohärenter Strukturen wirksam entgegengetreten werden.

#### Kurze Beschreibung der Erfindung

[0013] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 schematisierter Längsschnitt durch ein erfindungsgemäß ausgebildetes Brennersystem,

Fig. 2a-c Mehrsichtdarstellung auf einen erfindungsgemäß ausgebildeten Strömungskanal mit Strömungsabrissstrukturen, sowie

Fig. 3 bekanntes Brennersystem (Stand der Technik).

[0014] Die vorstehend zu Fig. 2 eingeführten Bezugs-

zeichen werden zur Erläuterung des nachstehenden Ausführungsbeispiels in gleicher Weise verwendet. Auf die nähere Erläuterung baugleicher Komponenten wird aus Gründen der Vermeidung von Wiederholungen verzichtet.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0015] In Fig. 1 ist ein schematisierter Längsschnitt durch ein erfindungsgemäß ausgebildetes Brennersystem dargestellt, das als Verbindungsstück zwischen dem Vormischbrenner 1 und der Brennkammer 5 einen Strömungskanal 10 vorsieht, dessen Seitenwände einen graduellen Übergang zwischen dem Strömungsquerschnitt C1 innerhalb des Vormischbrenners und dem Brennkammerquerschnitt C2 schaffen. Die Seitenwände des Strömungskanals 10 sind gleichmäßig gekrümmt ausgebildet, gleichsam eines Trichters, und ermöglichen somit eine kontinuierliche Strömungsquerschnittsaufweitung. Mit Hilfe dieser Maßnahme verschiebt sich der Wiederanlegepunkt 9 stromauf in Richtung des Vormischbrenners 1, wodurch der windschattenbedingte Totraum 8 erheblich reduziert wird. Auch ist die Querschnittswand 7 enthaltende Scherschicht deutlich verkürzt ausgebildet mit erheblich schwächerer Wirbelstärke.

[0016] In den Figuren 2a-c ist in mehreren Ansichtsvarianten ein vorteilhaft ausgebildeter Strömungskanal 10 abgebildet, der als Einzelbauteil modular in bereits bestehende Brennersysteme integrierbar ist.

[0017] Fig. 2a zeigt eine Ansicht des Strömungskanals 10 stromauf in Richtung des Vormischbrenners 1. Unmittelbar an dem in Fig. 2a dargestellten Strömungsausstritt des Strömungskanals 10 befinden sich vier Strömungsabrissstrukturen 11 mit jeweils zugehörigen Abrisskanten 12.

[0018] Aus Fig. 2b, die eine perspektivische Schrägansicht des Strömungskanals 10 zeigt, sind die Strömungsabrissstrukturen 11 in ihrer Raumform besser ersichtlich. Im Bereich des graduellen Überganges innerhalb des Strömungskanals 10 befinden sich unmittelbar an den den Strömungskanal 10 begrenzenden Seitenwänden die Strömungsabrissstrukturen 11, die stromauf zur Abrisskante 12 jeweils strömungsgünstige Flächenteile 13 aufweisen, durch die die durch den Strömungskanal 10 hindurchtretende Strömung kontinuierlich von den Seitenwänden lokal abgelenkt wird. Eine tatsächliche Strömungsablösung erfolgt längs der Abrisskante 12 der jeweiligen Strömungsabrissstrukturen. In Fig. 2c ist eine Schnittdarstellung längs des in Fig. 2a angezeichneten Schnittes AA dargestellt. Auf die entsprechenden bereits angeführten Bezugszeichen wird an dieser Stelle verwiesen.

[0019] Durch die erfindungsgemäße Kombination eines zwischen Vormischbrenner und Brennkammer zwischengeschalteten Strömungskanals mit graduelltem Übergang sowie dem Vorsehen geeigneter Strömungs-

abrissstrukturen, die vorzugsweise symmetrisch um den Strömungskanal angeordnet sind, kann das Ausbrennverhalten eines gattungsgemäßen Brennersystems entscheidend optimiert werden. Zugleich dient die erfindungsgemäße Maßnahme entscheidend zur Dämpfung von sich innerhalb des Brennersystems ausbildenden Brennkammerpulsationen.

#### Bezugszeichenliste

##### [0020]

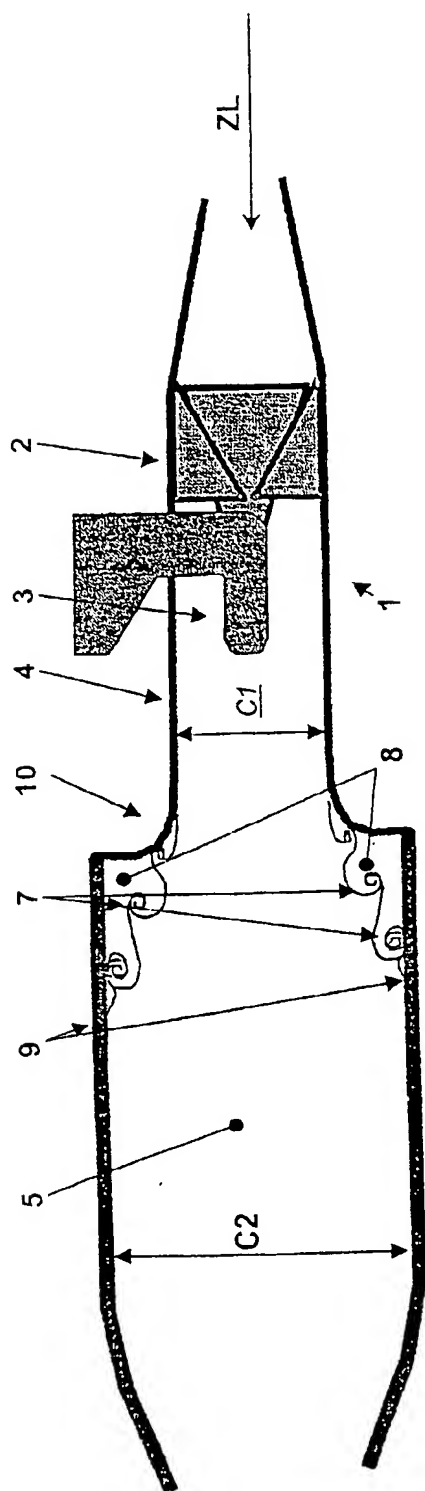
- |    |                         |
|----|-------------------------|
| 1  | Vormischbrenner         |
| 2  | Wirbelgenerator         |
| 3  | Brennerlanze            |
| 4  | Mischstrecke            |
| 5  | Brennkammer             |
| 6  | Scharfe Übergangsstufe  |
| 7  | Querschnittswand        |
| 8  | Totraum                 |
| 9  | Wiederanlegepunkt       |
| 10 | Strömungskanal          |
| 11 | Strömungsabrissstruktur |
| 12 | Abrisskante             |
| 13 | Flächenteile            |

#### Patentansprüche

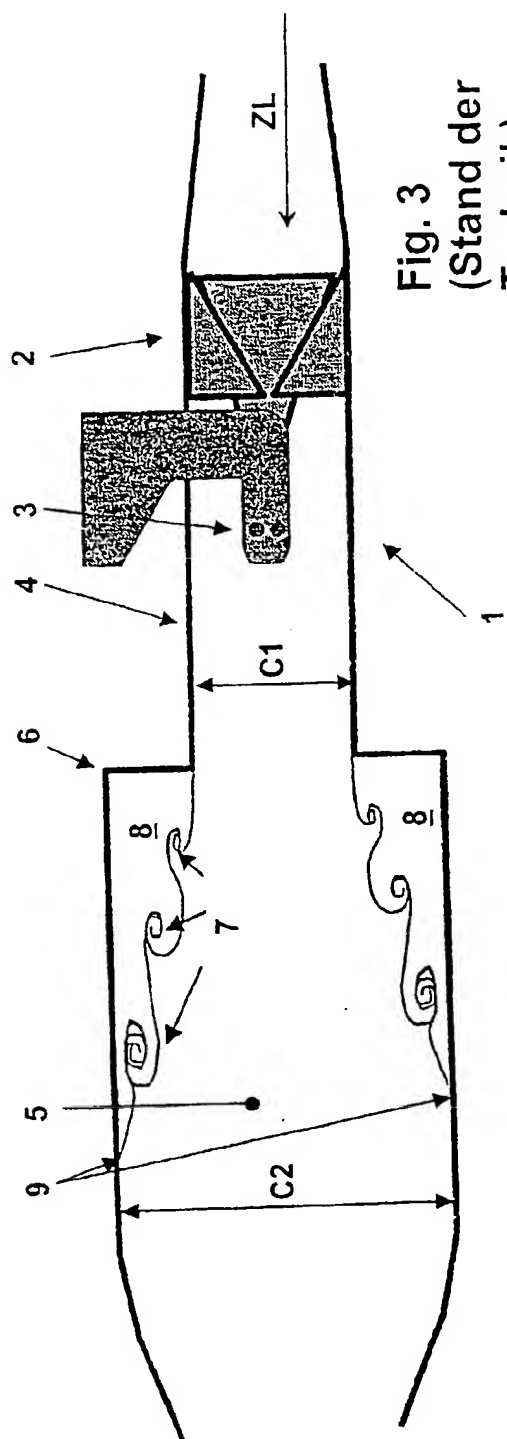
1. Brennersystem mit einem Vormischbrenner (1), in dem wenigstens ein Wirbel-Generator (2) vorgesehen ist, der von einer den Vormischbrenner (1) axial durchströmenden, Luft enthaltenden, gasförmigen Hauptströmung (ZL) durchsetzt wird, in die stromab des Wirbel-Generators (2) gasförmiger und/oder flüssiger Brennstoff als Sekundärströmung zur Erzeugung eines Brennstoff-/Luft-Gemisches eingeblasen wird, sowie mit einer Brennkammer (5), die sich stromab des Vormischbrenners (1) an diesen anschließt und einen Brennkammerquerschnitt (C2) aufweist, der größer ist als der durch den Vormischbrenner (1) begrenzte Strömungsquerschnitt (C1) unmittelbar stromauf zur Brennkammer (5),  
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Vormischbrenner (1) und der Brennkammer (5) ein

Strömungskanal (10) vorgesehen ist, der von Seitenwänden begrenzt ist, die einen graduellen Übergang zwischen dem Strömungsquerschnitt (C1) und dem Brennkammerquerschnitt (C2) schaffen, und  
 5  
 dass wenigstens eine Strömungsabrissstruktur (11) stromauf, innerhalb und/oder stromab des Strömungskanals (10) vorgesehen ist, durch die das durch den Strömungskanal (10) hindurchtretende Brennstoff-/Luft-Gemisch lokal von der Seitenwand  
 10  
 des Strömungskanals (10) abgelöst wird.

2. Brennersystem nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungskanal (10) von geradlinig schräg zur axialen Strömungsrichtung verlaufenden Seitenwänden, geradlinig segmentiert verlaufenden Seitenwandabschnitten oder gekrümmten Seitenwänden begrenzt ist.  
 15  
 20
3. Brennersystem nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsabrissstruktur (11) den Strömungsquerschnitt des Strömungskanals (10) lokal reduziert.  
 25
4. Brennersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzahl von Strömungsabrissstrukturen (11) am Strömungsaustritt des Strömungskanals (10) vorgesehen ist.  
 30
5. Brennersystem nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsabrissstrukturen (11) in symmetrischer Anordnung um den Strömungsaustritt des Strömungskanals (10) angeordnet sind.  
 35
6. Brennersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsabrissstruktur (11) eine Abrisskante (12) aufweist, die sich über eine Seitenwand des Strömungskanals (10) erhebt.  
 40
7. Brennersystem nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrisskante (12) in den Strömungskanal (10) mit einer Tiefe hineinragt, die in axialer Projektion stromauf den Strömungsquerschnitt (C1) nicht beengt.  
 45
8. Brennersystem nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsabrissstruktur (11) an der Seitenwand des Strömungskanals (10) derart angebracht und ausgebildet ist, dass stromauf zur Abrisskante (12) wenigstens ein strömungsleitend ausgebildetes Flächenteil (13) vorgesehen ist, das die Abrisskante (12) mit einer  
 50  
 55  
 Seitenwand des Strömungskanals (10) verbindet, und dass die Abrisskante (12) senkrecht zur Strömungsrichtung orientiert ist.



**Fig. 1**



**Fig. 3**  
**(Stand der**  
**Technik)**

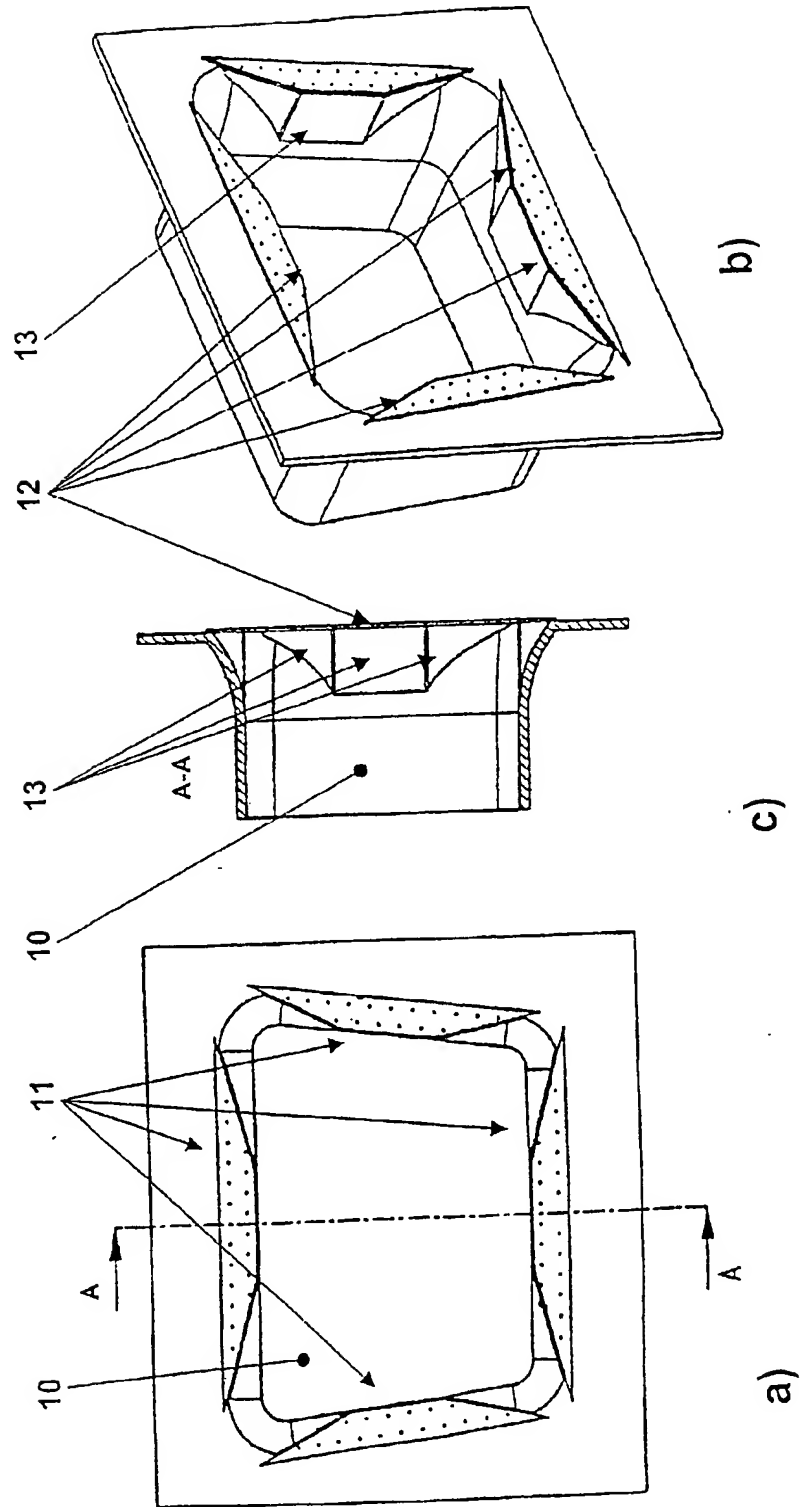


Fig. 2